

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-340518

(43)Date of publication of application : 10.12.1999

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

H01L 23/48

(21)Application number : 10-145824

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 27.05.1998

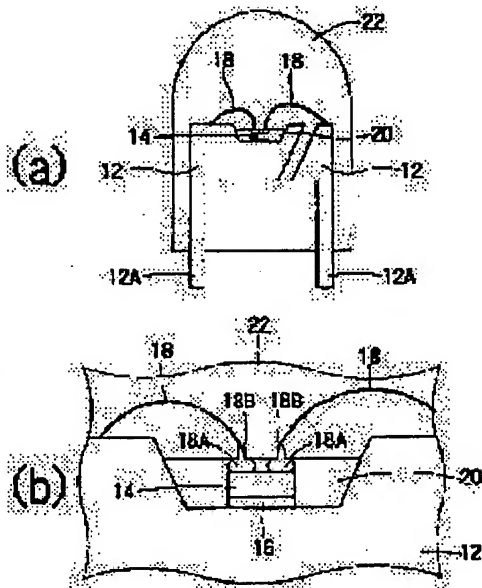
(72)Inventor : KAWAMOTO SATOSHI

(54) SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase heat resistance and to thereby implement a stable soldering operation during mounting by making a lead frame, on which a gallium nitride semiconductor light-emitting element is mounted, of a material having a predetermined thermal conductivity.

SOLUTION: A gallium nitride semiconductor light-emitting element 14 is mounted on a cup portion of a lead frame 12 using an adhesive 16. Electrodes are provided on the upper portion of the element 14 and are connected to the lead frame 12 by wires 18, respectively. At this time, an iron-containing material is used for the lead frame 12, and this material is required to have a heat conductivity of 100 W/(m.k) or lower, which is far lower than that of a copper-containing material. As a result, the heat resistance against soldering can be improved sharply, and the breakage of the wires 18 can be drastically reduced, and hence the production yield can be improved greatly.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3471220

[Date of registration] 12.09.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

特開平11-340518

(43) 公開日 平成11年(1999)12月10日

(51) Int.Cl.⁶H 0 1 L 33/00
23/48

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00
23/48N
Y

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-145824

(22) 出願日 平成10年(1998) 5月27日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 河 本 聡

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会
社東芝川崎事業所内

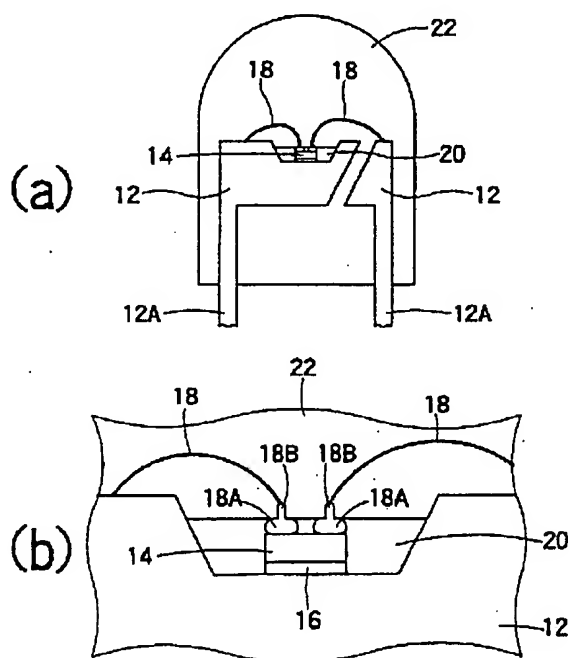
(74) 代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外 3 名)

(54) 【発明の名称】 半導体発光装置

(57) 【要約】

【課題】 耐熱性が高く、実装工程においても安定して半田付けを行うことができる窒化ガリウム系半導体発光装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 リードフレームの材料として、従来用いられていた銅系の材料よりも熱伝導率の低い材料を用いる。このような材料としては、例えば、鉄系の材料を挙げることができる。このようにすることにより実装半田付けの際の封止体の加熱を抑制し、ワイアの断線などの不具合を防止することができる。さらに、本発明においては、第1の封止体と第2の封止体との界面の位置を調節することにより、ワイアの断線を顕著に低減することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】リードフレームと、

前記リードフレームの上に載置された窒化ガリウム系半
 導体発光素子と、

前記発光素子を覆うように設けられた封止体と、

を備え、前記リードフレームは、 $100\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
 以下の熱伝導率を有する材料により構成されていること
 を特徴とする半導体発光装置。

【請求項2】リードフレームと、

前記リードフレームの上に載置された窒化ガリウム系半
 導体発光素子と、

前記リードフレームの電極端子と前記発光素子とを接続
 するワイアと、

前記発光素子を覆うようにその周囲に設けられた第1の
 封止体と、

前記第1の封止体を覆うようにその周囲に設けられた第
 2の封止体と、

を備え、

前記ワイアは、その主たる部分よりも径が太いものと
 して構成された端部を前記発光素子との接続部において有
 し、

前記第1の封止体は、その表面が、前記端部を横切るよ
 うに設けられたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項3】リードフレームと、

前記リードフレームに設けられたカップ部の底部に載置
 された窒化ガリウム系半導体発光素子と、

前記リードフレームの電極端子と前記発光素子とを接続
 するワイアと、

前記カップ部の少なくとも一部に充填された第1の封止
 体と、

前記第1の封止体を覆うようにその上に設けられた第2
 の封止体と、

を備え、

前記ワイアは、その主たる部分よりも径が太いものと
 して構成された端部を前記発光素子との接続部において有
 し、

前記第1の封止体は、その表面が、前記端部を横切るよ
 うに設けられたことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項4】前記リードフレームの前記カップ部は、そ
 の内壁面の少なくとも一部が荒面仕上げとされていること
 を特徴とする請求項3記載の半導体発光装置。

【請求項5】前記端部は、前記ワイアのボンディングに
 より形成されたボール部またはネック部であることを特
 徴とする請求項2～4のいずれか1つに記載の半導体発
 光装置。

【請求項6】前記第1の封止体は、蛍光体を含有し、前
 記発光素子から放出される第1の波長の光を前記蛍光体
 が吸収して前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を
 放出するものとして構成されたことを特徴とする請求項
 2～5のいずれか1つに記載の半導体発光装置。

【請求項7】前記第1の封止体は、無機系接着剤からな
 ることを特徴とする請求項2～6のいずれか1つに記載
 の半導体発光装置。

【請求項8】前記無機系接着剤は、アルカリ金属珪酸
 塩、燐酸塩、コロイダルシリカ、シリカゾル、水ガラ
 ス、 $\text{Si}(\text{OH})_n$ 、 SiO_2 、及び TiO_2 からなる群
 から選択されたいずれかにより構成されていることを特
 徴とする請求項7記載の半導体発光装置。

【請求項9】前記リードフレームは、 $100\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
 以下の熱伝導率を有する材料により構成されているこ
 とを特徴とする請求項2～8のいずれか1つに記載の
 半導体発光装置。

【請求項10】前記第2の封止体は、ガラス転移温度が
 150°C 以上の材料により構成されていることを特徴と
 する請求項2～9のいずれか1つに記載の半導体発光装
 置。

【請求項11】前記リードフレームは、鉄系の材料によ
 り構成されていることを特徴とする請求項1～10のい
 ずれか1つに記載の半導体発光装置。

【請求項12】前記リードフレームのアウターリード部
 は、半田外装メッキされていることを特徴とする請求項
 1～11のいずれか1つに記載の半導体発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体発光装置に
 関する。より詳細には、本発明は、窒化ガリウム系半導
 体発光素子を搭載した発光装置であって、半田付けに対
 する耐熱性や信頼性が顕著に改善された半導体発光装置
 に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体発光装置は、コンパクト且つ低消
 費電力であり、信頼性に優れるなどの多くの利点を有
 し、近年では、種々ので高い発光輝度が要求される室内
 外の表示板、鉄道/交通信号、車載用灯具などについて
 も広く応用されつつある。

【0003】これらの半導体発光装置のうちで、窒化ガ
 リウム系半導体を用いた発光装置が最近、注目されてい
 る。窒化ガリウム系半導体は、直接遷移型のIII-V
 族化合物半導体であり、比較的短い波長領域において高効
 率で発光させることができるという特徴を有する。

【0004】なお、本願明細書において「窒化ガリウム
 系半導体」とは、 $\text{B}_x\text{In}_y\text{Al}_z\text{Ga}_{(1-x-y-z)}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 1$ 、 $0 \leq x+y+z \leq 1$)のIII-V族化合物半導体を含み、さらに、V族
 元素としては、Nに加えてリン(P)や砒素(As)な
 どを含有する混晶も含むものとする。例えば、 InGa
 N ($x=0$ 、 $y=0$ 、 $z=0$)も「窒化ガリウム系
 半導体」に含まれるものとする。

【0005】窒化ガリウム系半導体は、組成x、y及び
 zを制御することによってバンドギャップを大きく変化

させることができるために、LEDや半導体レーザの材料として有望視されている。特に、青色や紫外線の波長領域で高輝度に発光させることができれば、各種光ディスクの記録容量を倍増させることができる。さらに、このような短波長の光を用いて蛍光体を励起させれば、発光波長の自由度が極めて高い光源を実現することができる。すなわち、可視光から赤外光までの幅広い波長領域において自由に発光波長を選択することが可能となり、表示装置のフルカラー化も容易に実現できる。そこで、窒化ガリウム系半導体を発光層に用いた窒化ガリウム系半導体発光素子は、その初期特性や信頼性の向上に向けて急速に開発が進められている。

【0006】図4は、窒化ガリウム系半導体発光素子を搭載した従来の半導体発光装置の概略構成を表す断面図である。すなわち、同図(a)は全体断面図であり、同図(b)はその要部断面図である。

【0007】同図の半導体発光装置においては、リン脱酸銅などの銅系の材料で形成されたリードフレーム102のカップ部に窒化ガリウム系半導体発光素子104がマウントされている。発光素子104のマウントは、接着剤106を用いて行われる場合が多い。また、リードフレーム102のアウターリード部102Aには、銀(Ag)メッキが施されることが多い。

【0008】発光素子104の上部には、図示しない電極が設けられ、それぞれワイヤ108、108によってリードフレーム102に接続されている。また、リードフレームのカップ部は、発光素子104を覆うように第1の封止体110により封止されている。第1の封止体110としては、エポキシ樹脂やシリコン樹脂が用いられることが多い。ここで、第1の封止体110に蛍光体を混入し、窒化ガリウム系半導体発光素子104からの短波長の光を波長変換して所定の波長の光を取り出すこともできる。また、リードフレーム102の頭部全体は、第2の封止体112により封止され、発光素子104を保護するとともに光を集光したり拡散するようにされている。第2の封止体112としては、エポキシ樹脂が用いられることが多い。

【0009】このように第1の封止体110と第2の封止体112とを用いたいわゆる「2重モールド構造」は、特に、蛍光体を利用した半導体発光装置の場合に重要である。すなわち、半導体発光素子104から放出された光を高い効率で波長変換し集光して外部に放出するためには、蛍光体を発光素子104の周囲に高い密度で配置することが望ましい。仮に、図4において、第2の封止体112にまで蛍光体を混入させると光の放出源が広がってしまい、レンズとしての集光効果が得られなくなるという問題が生ずる。従って、図4に示したような「2重モールド構造」において、発光素子104の周囲の第1の封止体110のみに蛍光体を混入することが必要とされる。

【0010】このような「2重モールド構造」の半導体発光装置は、発光素子104から放出された短波長の光が第1の封止体に混入された蛍光体により波長変換され、さらに第2の封止体により集光または拡散されて外部に取り出される。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような半導体発光装置を実用に供するためには、リードフレーム102のアウターリード部102Aを半田付けすることにより、所定の基板やソケットなどに実装する必要がある。

【0012】しかし、本発明者が独自に行った試作検討の結果、図4に示したような従来の半導体発光装置は、耐熱性が十分でなく、実装時の半田付けによって各種の異常が生ずることが分かった。具体的には、実装時の半田付けによってワイヤ108の断線や、光取り出し効率の低下などの不具合が生じた。そして、この原因をさらに詳しく検討した結果、半田付けにともなう加熱により、封止体110、112が膨張することが原因であることが分かった。

【0013】すなわち、半田付け実装時の加熱により、封止体110、112が膨張してワイヤ108が断線するという不具合を生じやすいことが分かった。特に、窒化ガリウム系半導体発光素子の場合には、GaAs系発光素子などと異なり、ひとつの素子に対しワイヤ108を2本用いる必要がある。その結果として、窒化ガリウム系半導体発光装置の場合、ワイヤを1本しか用いない他の発光素子と比べてワイヤ断線の確率が2倍に増えるという問題がある。

【0014】また、図4に示した半導体発光装置は、蛍光体を混合した第1の封止体110を発光素子載置済みのリードフレームのカップ部に充填し、さらに第2の封止体112で全体を封止する2重モールド構造を有する。このような2重モールド構造は、前述したように、蛍光体を発光素子104の周囲に高密度に配置するために極めて便利な構成である。ところが第1の封止体110と第2の封止体112の熱膨張係数が異なる場合は、半田付け実装時の加熱で2つの封止体が別々の膨張率で膨張する。そして、これらの界面においてワイヤ108に大きな剪断応力がかかり断線などの不具合を生じやすかった。

【0015】また、封止体112の成形時や半田付け実装時に2つの封止体110、112の界面や、封止体とリードフレーム102のカップ部の内壁面との界面に隙間が生じ、その界面での反射ロスにより発光素子104やその周囲の蛍光体から放出された光が効率よく外部へ取り出せない不具合が発生した。

【0016】さらに、従来の半導体発光装置は、このような耐熱性の問題を有するために、封止後にアウターリード102Aに半田メッキを施すことが極めて困難であ

った。そのために代替手段として予め銀 (Ag) メッキが施されたリードを用いる場合が多かった。しかし、アウターリードに半田メッキを施すことができないために、実装時の半田付け工程において、半田の「濡れ」が十分でなく、歩留まりが低下するという問題が生ずる。

【0017】本発明は、以上説明したような本発明者が独自に認識した種々の課題に鑑みてなされたものである。すなわち、本発明の目的は、耐熱性が高く、実装工程においても安定して半田付けを行うことができる窒化ガリウム系半導体発光装置を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明の半導体発光装置は、リードフレームと、前記リードフレームの上に載置された窒化ガリウム系半導体発光素子と、前記発光素子を覆うように設けられた封止体と、を備え、前記リードフレームは、 $100\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以下の熱伝導率を有する材料により構成されていることを特徴とする。

【0019】または、本発明の半導体発光装置は、リードフレームと、前記リードフレームの上に載置された窒化ガリウム系半導体発光素子と、前記リードフレームの電極端子と前記発光素子とを接続するワイヤと、前記発光素子を覆うようにその周囲に設けられた第1の封止体と、前記第1の封止体を覆うようにその周囲に設けられた第2の封止体と、を備え、前記ワイヤは、その主たる部分よりも径が太いものとして構成された端部を前記発光素子との接続部において有し、前記第1の封止体は、その表面が、前記端部を横切るように設けられたことを特徴とする。

【0020】または、本発明の半導体発光装置は、リードフレームと、前記リードフレームに設けられたカップ部の底部に載置された窒化ガリウム系半導体発光素子と、前記リードフレームの電極端子と前記発光素子とを接続するワイヤと、前記カップ部の少なくとも一部に充填された第1の封止体と、前記第1の封止体を覆うようにその上に設けられた第2の封止体と、を備え、前記ワイヤは、その主たる部分よりも径が太いものとして構成された端部を前記発光素子との接続部において有し、前記第1の封止体は、その表面が、前記端部を横切るように設けられたことを特徴とする。

【0021】ここで、前記リードフレームの前記カップ部は、その内壁面の少なくとも一部が荒面仕上げとされていることを特徴とする。

【0022】また、前記端部は、前記ワイヤのボンディングにより形成されたボール部またはネック部であることを特徴とする。

【0023】また、前記第1の封止体は、蛍光体を含有し、前記発光素子から放出される第1の波長の光を前記蛍光体が吸収して前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を放出するものとして構成されたことを特徴とす

る。

【0024】また、前記第1の封止体は、無機系接着剤からなることを特徴とする。

【0025】ここで、前記無機系接着剤は、アルカリ金属珪酸塩、磷酸塩、コロイダルシリカ、シリカゾル、水ガラス、 $\text{Si}(\text{OH})_n$ 、 SiO_2 、及び TiO_2 からなる群から選択されたいずれかにより構成されていることを特徴とする。

【0026】また、前記リードフレームは、 $100\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以下の熱伝導率を有する材料により構成されていることを特徴とする。

【0027】また、前記第2の封止体は、ガラス転移温度が 150°C 以上の材料により構成されていることを特徴とする。

【0028】また、前記リードフレームは、鉄系の材料により構成されていることを特徴とする。

【0029】また、前記リードフレームのアウターリード部は、半田外装メッキされていることを特徴とする。

【0030】

【発明の実施の形態】本発明においては、リードフレームの材料として、従来用いられていた銅系の材料よりも熱伝導率の低い材料を用いる。このような材料としては、例えば、鉄を主成分とした鉄系の材料を挙げることができる。このようにすることにより実装半田付けの際の封止体の加熱を抑制し、ワイヤの断線などの不具合を防止することができる。さらに、本発明においては、第1の封止体と第2の封止体との界面の位置を調節することにより、ワイヤの断線を顕著に低減することができる。

【0031】以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。図1は、本発明の窒化ガリウム系半導体発光装置の概略構成を表す断面図である。すなわち、同図(a)は全体断面図であり、同図(b)はその要部断面図である。

【0032】本発明の半導体発光装置においては、従来の銅系の材料よりも熱伝導率の低い材料で形成されたリードフレーム12を用いる。リードフレーム12の材料としては、鉄の他に、例えば、いわゆる「42アロイ」などの鉄系の合金材料を挙げることができる。リードフレーム12のカップ部には、窒化ガリウム系半導体発光素子14がマウントされている。発光素子14のマウントは、例えば、接着剤16を用いて行うことができる。接着剤16の材料としては、ワイヤボンディング工程における加熱に耐えられるような耐熱性を有する無機系材料を用いることが望ましい。また、接着剤16に所定の蛍光体を混入しても良い。

【0033】発光素子14の上部には、図示しない電極が設けられ、それぞれワイヤ18、18によってリードフレーム12に接続されている。ワイヤの材料としては、金(Au)またはアルミニウム(Al)を用いるこ

とができる。ワイア径は、応力に対する機械的強度を確保するため直径30 μ m以上のものが望ましい。また、リードフレームのカップ部には、発光素子14を覆うように第1の封止体20が充填されている。ここで、第1の封止体20に蛍光体や散乱剤を混入し、窒化ガリウム系半導体発光素子14からの短波長の光を波長変換して所定の波長の光を取り出すこともできる。

【0034】紫外線領域の光で効率良く励起される蛍光体としては、例えば、赤色の発光を生ずるものとしては、 $Y_2O_2S:Eu$ 、青色の発光を生ずるものとしては、 $(Sr, Ca, Ba, Eu)_{10}(PO_4)_6 \cdot Cl_{12}$ 、緑色の発光を生ずるものとしては、 $3(Ba, Mg, Eu, Mn)O \cdot 8Al_2O_3$ などを挙げることができる。これらの蛍光体を適当な割合で混合すれば、可視光領域の殆どすべての色調を表現することもできる。

【0035】また、青色領域の波長の光を受けて波長変換し、より長波長の光を放出する蛍光体としては、前述した無機蛍光体の他に有機蛍光体を挙げることができる。有機蛍光体としては、例えば、赤色の発光を生ずるものとしては、rhodamine B、緑色の発光を生ずるものとしては、brilliant sulfoflavine FFなどを挙げることができる。

【0036】リードフレーム14の頭部全体は、第2の封止体22により封止され発光素子14を保護するとともに、光を集光したり拡散することができる。

【0037】さらに、リードフレーム12のアウターリード部12Aには、半田メッキが施され実装工程における半田付けを容易に行えるようにされている。

【0038】本発明の半導体発光装置も「2重モールド構造」を有するので、発光素子14から放出された短波長の光を、第1の封止体に混入された蛍光体により高い効率で波長変換し、さらに第2の封止体により集光または拡散して外部に取り出すことができる。

【0039】以下に、本発明の半導体発光装置において用いるリードフレーム12について詳細に説明する。リードフレーム12の材料として用いる鉄系の材料は、図4に示したような従来の発光装置のリードフレームの材料である銅系の材料よりもはるかに低い熱伝導率を有するという特徴がある。

【0040】銅系の材料と鉄系の材料の熱伝導率の一例を示すと以下の如くである。

材料名	熱伝導率 (W/m \cdot K)
りん脱酸銅	400
KLF-1	220
鉄(純度99%以上)	40
42アロイ	16

ここで、「KLF-1」とは銅(Cu)合金の製品名(神戸製鋼所)であり、ニッケル(Ni)を約3.0%、シリコン(Si)を約0.7%含有する。一方、「42アロイ」は、鉄(Fe)合金の名称であり、ニッ

ケルを約4.2%含有する。上述のデータから、銅系の「KLF-1」は、鉄系の「42アロイ」の10倍以上高い熱伝導率を有することが分かる。

【0041】従って、本発明において「鉄」や「42アロイ」などの鉄系のリードフレームを用いることにより、半田付けの際にアウターリード部を加熱してもその熱が封止体に伝わりにくくなり、ワイアの断線や光取り出し効率の低下は生じない。

【0042】本発明者は、種々の半導体発光装置を試作し、そのアウターリード部を半田付けする際の加熱特性を調べた。

【0043】図2は、半田付け時間と発光素子の周囲の温度との関係を表すグラフ図である。同図においては、鉄系のリードフレームを用いた半導体発光装置と銅系のリードフレームを用いた半導体発光装置の加熱特性をそれぞれ示した。ここで用いたリードフレームは、板厚0.5mmのプレスフレームによるものであり、半導体発光装置のリードフレームとしては、当業者の間で多く用いられているものである。

【0044】一般に、アウターリード部の半田付けや半田メッキに要する時間は最大で5秒程度である。図2から、従来の銅系リードフレームの場合においては、5秒間の半田付けによって発光素子の周囲が170 $^{\circ}$ C \sim 200 $^{\circ}$ Cまで加熱されるのに対して、本発明において用いる鉄系のリードフレームの場合には、最大温度が約145 $^{\circ}$ C程度に抑えられていることが分かる。このように、従来よりも温度上昇を抑制した結果、封止体の熱膨張を抑制し、ワイアの断線や光取り出し効率の低下を防止することができる。

【0045】本発明は、特に窒化ガリウム系半導体と蛍光体とを具備する発光装置に適用して効果的である。つまり、このような発光装置においては、蛍光体を発光素子の周囲に高い密度で配置するために、2重モールド構造を採る必要がある。本発明によれば、このような2重モールド構造においても、封止体の加熱を抑制することができ、ワイアの断線や光取り出し効率の低下を防止することができるからである。

【0046】さらに、本発明によれば、封止体20、22のガラス転移温度を150 $^{\circ}$ Cまで低下させることができる。すなわち従来よりも低いガラス転移温度を有する材料を用いることができるために、本発明によれば、封止体の選択の範囲が広がり、従来よりも熱膨張係数の小さい材料や残留応力の小さい材料などを用いることができるようになるという効果も得られる。

【0047】さらに、本発明によれば、不具合を生ずることなくアウターリード部12Aに半田メッキを施すことができる。その結果として、実装工程の半田付けを安定して行うことができるようになる。

【0048】ここで、封止樹脂として広く用いられている有機材料としてエポキシ樹脂がある。この樹脂のガラ

ス転移温度は、約150℃である。従って、前述のように典型的な半田付け時間である5秒間の間に150℃を超えないようにすることが望ましい。図2に示したデータから試算した結果、このためには、リードフレームの材料の熱伝導率が100W/(m・K)以下であることが望ましいことが分かった。

【0049】次に、本発明の第1の封止樹脂20に関して詳細に説明する。本発明者の試作検討の結果、第1の封止体20としては、無機系の接着剤が適していることが分かった。これらの無機系の接着剤は、Si(OH)_nや、SiO₂、TiO₂などの無機材料が有機溶媒などの媒体中に分散され、媒体の乾燥蒸発によって、無機材料が接着あるいは埋め込み材料として作用するものである。無機接着剤の具体例としては、アルカリ金属珪酸塩、リン酸塩、コロイダルシリカ、シリカゾル、水ガラスなどを挙げることができる。また、これらの他に、無機接着剤の溶質としては、Si(OH)_nや、SiO₂、TiO₂などの無機化合物を挙げることができる。さらに、これら以外にも、アルミニウム(Al)、タンタル(Ta)、すず(Sn)、ゲルマニウム(Ge)、タン

グステン(W)、モリブデン(Mo)、鉄(Fe)、クロム(Cr)、亜鉛(Zn)、セリウム(Ce)、コバルト(Co)、マグネシウム(Mg)などの酸化化合物を挙げることができる。このような酸化化合物としては、例えば、酸化アルミニウム(Al₂O₃)、酸化タンタル(Ta₂O₅)などを挙げることができる。さらに、これらの無機化合物を混合したものでも良い。

【0050】これらの無機化合物を溶媒中に分散させた無機系接着剤は、硬化温度のわりに耐熱性が高く、比較的短時間で硬化させることができるという特徴を有する。すなわち、従来の樹脂封止工程と同程度の100～150℃程度の加熱工程で硬化し、硬化後の耐熱温度としてはだいたい200～1000℃以上を実現できる。また、硬化時間も20～30分程度と比較的短時間である。また、硬化時の水分の蒸発により体積が収縮するために、含有させた蛍光体層を半導体発光素子14やカップ部の内壁面に薄く形成することができる。さらに、粘度が低いので硬化時に蛍光体が沈殿しやすく、蛍光体層を薄く均一に形成できるという特徴も有する。

【0051】このような無機系接着剤と比較すると、従来の第1の封止体として用いられていたエポキシ樹脂の場合には、ガラス転移温度を超えると線膨張係数が急増するためにワイアの断線を生じやすいという問題があった。また、シリコーン樹脂の場合には、一般に第2の封止体と比べ線膨張係数が大きいので、加熱時に外側の第2の封止体やリードフレームとの界面において剥離が発生しやすいという問題があった。これに対して、本発明において用いる無機系接着剤は、線膨張係数が比較的小さく、また薄膜状に塗布されるため体積自体も比較的小さい。よって温度変化による体積変化量は比較的小さ

く、これらの問題点を解消することもできる。

【0052】また、第1の封止体として有機系の樹脂を用いる場合には、エポキシ樹脂のように、ガラス転移温度が150℃以上の樹脂を用いることが望ましい。

【0053】さらに、本発明においては、図1(b)に示したように、第1の封止体20をリードフレーム12のカップ内に充填するに際して、ワイアのボンディングボール部またはネック部などの太くなっている部分が封止体の表面を貫くように充填量を調節する。すなわち、ワイア18を半導体発光素子14にボンディングすると、その接続部分にボール部18Aとネック部18Bとが形成される。

【0054】ここで、ボール部18Aは、ボンディングの前にワイアの先端が溶融されて球状に形成され、しかる後に、超音波を印加しながら発光素子14の電極に加圧して接続した際につぶれた先端部分である。また、ネック部18Bは、ボンディング装置のキャピラリの先端部の内部口径が大きい部分に対応して形成された直径が太い部分である。ボール部18Aの高さは、概ね50～100μm程度である場合が多い。一方、ネック部18Bの長さ(高さ)は、ボンディングの際に用いるキャピラリの先端開口形状に依存し、概ね数10～100μmである場合が多い。

【0055】これらの太い部分は、剪断応力に対する機械的な耐久性も高い。従って、ワイア18のうちで、これらの太い部分が第1の封止体20の表面を貫くようにすれば、第1の封止体20と第2の封止体22との熱膨張率の差により封止体の界面において剪断応力が働いても、ワイア18の断線を防止することができる。このための封止体20としては、無機系コーティング剤などを用いると充填量の調節が容易で良好な薄膜を形成できる。また、ワイア18のボンディングに際して、ボール部18Aやネック部18Bができるだけ太く、また、これらの高さをできるだけ確保するように、キャピラリの形状やボンディングの条件を適宜調節すれば、さらにワイア18の断線を効果的に防止することもできる。

【0056】或いは、第1の封止樹脂20がワイア18の全体を覆い尽くすように充填してもよい。すなわち、第1の封止体20によりワイア全体が覆われていれば、界面の剪断応力がワイア18に働くことが解消される。

【0057】本発明によれば、このように第1の封止樹脂の表面の位置を制御することにより、2重モールド構造においても耐熱性を十分に確保することができるようになる。

【0058】さらに、第1の封止体20は、発光素子14のマウント用の接着剤16とほぼ同一の熱膨張率を有することが望ましい。このようにすれば、発光素子14に無用な応力が印加されることがなくなる。

【0059】一方、第2の封止体22としては、例えばエポキシ樹脂を用いることができる。ここで、エポキシ

樹脂のガラス転移温度は、約150℃である。従って、図2に関して前述したように、従来の半導体発光装置においては、半田付けの際に、そのガラス転移温度をはるかに超えた温度に加熱されるという問題があったが、本発明においては、そのガラス転移温度を超えずに半田付けを行うことができる。

【0060】また、第2の封止体22としては、エポキシ樹脂の他にも、第1の封止体20とほぼ同一の熱膨張率を有する材料とすれば、これらの界面で生ずる剪断応力を抑制することができる。その結果して、ワイアの断

半田の温度 (℃)	260	280	300	320	340
本発明	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10
従来例	0/10	1/10	2/10	3/10	5/10

ここで、各項目の分母は発光装置の試験数であり、分子はワイア断線不良を生じた発光装置の数である。従来の発光装置の場合には、280℃程度の温度から断線不良が生じ、半田温度が上昇するにつれて断線不良が増大している。これに対して、本発明によれば、温度340℃で浸漬時間が10秒という極めて過酷な条件においてもワイアの断線不良は全く生ずることが無く、耐熱性が極めて優れていることがわかる。

【0063】次に、本発明の第2の実施の形態にかかる半導体発光装置について説明する。図3は、本発明の第2の実施の形態にかかる半導体発光装置を表す概念図である。すなわち、同図(a)は全体断面図であり、同図(b)はその要部断面図である。図3に示した半導体発光装置においても、従来の銅系の材料よりも熱伝導率の低い材料で形成したリードフレーム12'の上に窒化ガリウム系半導体発光素子14がマウントされ、第1の封止体20と第2の封止体22とによって封止された2重

【0064】ここで、図1に示した発光装置との違いは、リードフレーム12'にカップ部が設けられていない点である。すなわち、図3の発光装置においては、リードフレームの頭部は平坦であり、その表面に発光素子14がマウントされている。発光素子14の周囲は、第1の封止体20により覆われ、その内部に混入された蛍光体により波長変換が行われる。また、第1の封止体20は、その表面がワイア18のうちの太いネック部18Bを横切るように設けられている。ここで、ボール部18Aを横切るように第1の封止体20を設けても良い。本実施形態においても、ワイアのボール部18Aまたはネック部18Bが第1の封止体20の表面を貫くように形成することにより、第1の封止体20と第2の封止体22との界面に剪断応力が働いてもワイアが断線することが防止される。

【0065】また、第1の封止体20を発光素子14の周囲にコンパクトに形成することにより、蛍光体を高い密度で配置することができ、波長変換効率や第2の封止

*線や、界面での隙間の形成による光の取り出し効率の低下を防止することができる。

【0061】一方、リードフレーム12のカップ部の内壁面は、封止体20との密着性を増し光の散乱率を上げるため荒面仕上げにしても良い。

【0062】本発明者は、図1に示した半導体発光装置と図4に示した従来の半導体発光装置とを試作してその半田付け加熱試験を行った。ここでは、発光装置のアウトリード部を熔融半田槽に10秒間浸漬して、ワイアの断線不良を評価した。以下にその結果を示す。

体22による集光効率を上げることができる。

【0066】以上、具体例を参照しつつ本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具体例に限定されるものではない。たとえば、前述した具体例においては、2重モールド構造の場合を例示したが、この他にも例えば、3重モールド構造であっても良い。すなわち、第1の封止体と第2の封止体との間に第3の封止体が介在してなる構成であっても良い。

【0067】また、リードフレーム、発光素子、ワイア、封止体などの形状についても、図示したもの以外に適宜用いて同様の効果を得ることができる。

【0068】

【発明の効果】本発明は、以上説明した形態で実施され、以下に説明する効果を奏する。まず、本発明によれば、リードフレームを100W/(m・K)以下の熱伝導率の材料により構成することにより、半田付けに対する耐熱性が著しく向上する。

【0069】また、本発明によれば、ワイアに径の太い部分を設け、半導体発光素子の周囲を覆う封止体の表面がその径の太い部分を横切るように構成することにより、ワイアの断線を顕著に低減し、製造歩留まりが飛躍的に向上するとともに、半導体発光装置の信頼性も飛躍的に改善される。

【0070】さらに、本発明によれば、リードフレームにカップ部を設け、その内壁面の少なくとも一部を荒面仕上げにすることにより、封止体との密着性を改善し界面剥離による光反射のロスを防ぐことができる。

【0071】また、従来は、封止体の中に蛍光体を高濃度で混入させると母体の封止体から熱膨張率が変化する場合はあった。これに対して、本発明によれば、上記のような施策をした上で封止体や接着剤に混入すれば、耐熱性や光取り出し効率の問題が解決できる。

【0072】さらに、本発明によれば、発光素子の周囲を覆う封止体として、無機接着剤を用いることにより、硬化温度のわりに耐熱性が高く、比較的短時間で硬化させることができる。すなわち、従来の樹脂封止工程と同程度の100～150℃程度の加熱工程で硬化し、硬化

13

後の耐熱温度としてはだいたい200～1000℃以上を実現できる。また、硬化時間も20～30分程度と比較的短時間である。また、硬化時の水分の蒸発により体積が収縮するために、含有させた蛍光体層を半導体発光素子14やカップ部の内壁面に薄く形成することができる。さらに、粘度が低いので硬化時に蛍光体が沈殿しやすく、蛍光体層を薄く均一に形成できるという特徴も有する。

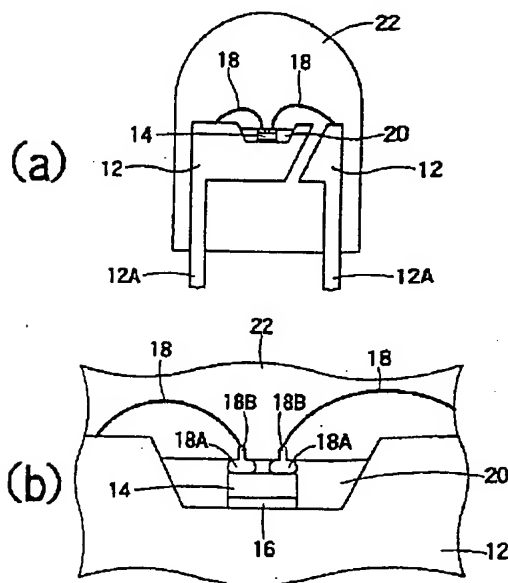
【0073】また、本発明によれば、鉄系のリードフレームを用いることにより、半田付けに対する耐熱性が著しく向上する。

【0074】さらに、本発明によれば、従来は不可能だったアウターリードへの半田外装メッキにより、ボード等への半田実装が容易となる。またリードカット時に露出した切り口を外装メッキで保護できるため、切り口から母材（特に鉄を使用する場合）が腐食を起こすという不具合を未然に防止できる。

【0075】また、本発明によれば、封止体のガラス転移温度を150℃より高く設定することにより、半田耐熱性が著しく向上する。

【0076】以上説明したように、本発明によれば、半田耐熱性が高く、信頼性が高い半導体発光装置を提供することができるようになり、産業上のメリットは多大である。

【図1】



14

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の窒化ガリウム系半導体発光装置の概略構成を表す断面図である。すなわち、同図（a）は全体断面図であり、同図（b）はその要部断面図である。

【図2】半田付け時間と発光素子の周囲の温度との関係を表すグラフ図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態にかかる半導体発光装置を表す概念図である。すなわち、同図（a）は全体断面図であり、同図（b）はその要部断面図である。

10 【図4】窒化ガリウム系半導体発光素子を用いた従来の半導体発光装置の概略構成を表す断面図である。すなわち、同図（a）は全体断面図であり、同図（b）はその要部断面図である。

【符号の説明】

12、102 リードフレーム

12A、102A アウターリード

14、104 窒化ガリウム系半導体発光素子

16、106 接着剤

18、108 ワイヤ

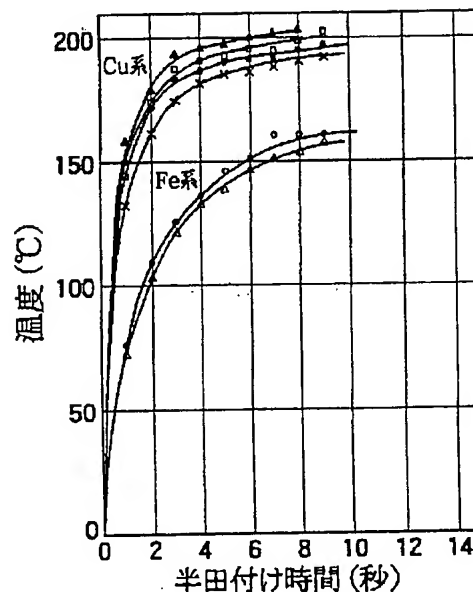
20 18A ボール部

18B ネック部

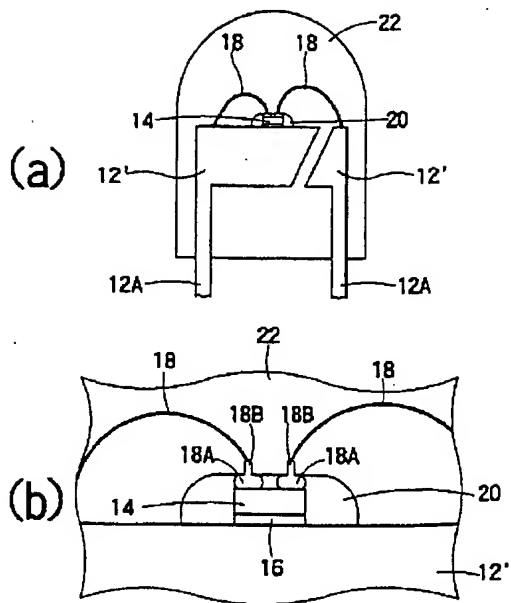
20、110 第1の封止体

22、112 第2の封止体

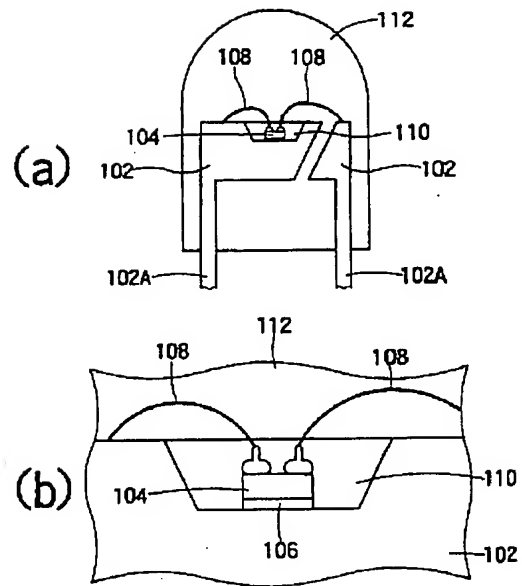
【図2】



【図 3】



【図 4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.